

Tutorial: **Extração de Parâmetros da Qualidade em Rede LTE Fazendo Uso do CDR (*Call Detail Record*)**

Esse tutorial apresenta uma forma de extrair indicadores de qualidade banda larga em redes 4G (LTE) por usuário, localidade e região. A extração dos indicadores pode abranger 100% da base de clientes do operador, com coletas centralizadas e baseadas no CDR (***Call Detail Record***) de dados. O CDR apresentado nesse tutorial é no formato DIAMETER, porém a extração também pode ser feita no CDR nos formatos da SGW ou PGW.

Categoria: Banda Larga, Infraestrutura para Telecomunicações e Telefonia Celular.

Nível: **Introdutório**

Enfoque: **Técnico**

Inicial

Luciano Henrique Duque



Engenheiro Eletricista, com Ênfase em Eletrônica e Telecomunicações, pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL, 1994) e Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília (UnB, 2008).

É Professor Mestre do UniCEUB (Centro Universitário de Brasília) no curso de Graduação em Engenharia Elétrica e Pós-Graduação em Redes Com ênfase em Segurança.

Atuou como Engenheiro consultor em Redes na Oi/Brasil Telecom por 15 anos, e atualmente é Engenheiro Consultor de Telecomunicações em sua empresa LHD Engenharia.

Tem vasta experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Telecomunicações e eletrônica, atuando principalmente nos seguintes temas: projetos para regularização de serviços junto a Anatel (SCM e SeAC), e Consultorias na área de Avaliação da qualidade de Rede de Banda Larga, TV Digital, IPTV.

Email: **luciano.duque@uniceub.br**

Tema Principal: Introdução

1. Introdução a Arquitetura LTE (*Long Term Evolution*)

A arquitetura da rede 4G (LTE) reflete uma implementação de serviços baseados em IP, nas comunicações móveis, tal como a completa otimização do desempenho da rede. O aumento da velocidade das conexões e a qualidade do acesso a esta infraestrutura são considerados fatores importantes para o desenvolvimento de novos conteúdos e aplicações multimídia. Um fator preponderante para manter a qualidade do serviço nas redes 4G é um monitoramento adequado e efetivo da rede fim-a-fim.

A maioria dos os sistemas de monitoramento de rede baseiam-se em coletas SNMP (***Simple Network Management Protocol***) e com ferramentas personalizadas para geração de relatórios. A coleta SNMP pode gerar problemas de elevação de CPU nos equipamentos de rede, podendo ocorrer perda temporária ou total sobre a gerência do elemento de rede e com risco de não detectar uma falha grave no elemento por ingerência devido ao SNMP. Observa-se também que a utilização de coletas SNMP, leva a necessidade de implantação de elementos coletores na rede que aumentam a possibilidade de falha e ineficiência do processo de gerência. Tal estrutura de gerenciamento não permite a avaliar a qualidade da rede em sua totalidade em relação à qualidade do serviço (QoS) e qualidade de experiência do usuário (QoE) final.

Nesse contexto, avaliar a qualidade da rede móvel 4G (LTE) fazendo uso do CDR (***Call Detail Record***), torna-se uma alternativa interessante, pois pode possibilitar uma avaliação da qualidade do serviço fim-a-fim e ainda não onera os elementos de rede envolvidos. O LTE apresenta arquitetura plana e reduz os nós envolvidos nas ligações e também apresenta uma nova hierarquia, se comparada com as redes 3G e 2G. A figura 1 apresenta a arquitetura básica de uma rede LTE.

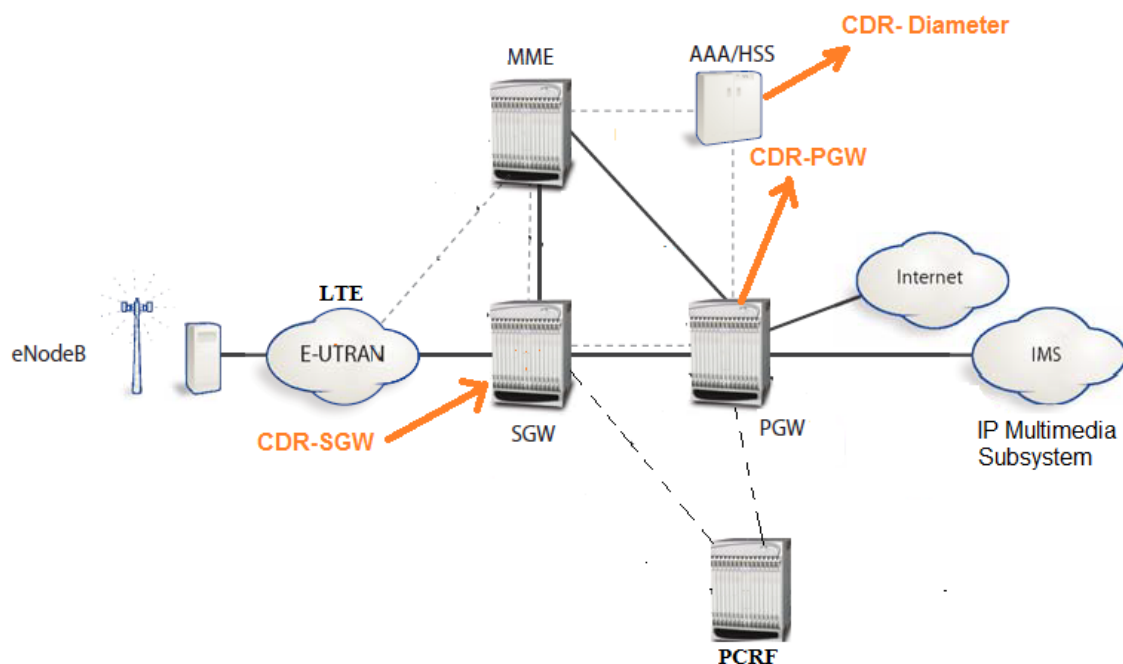


Figura 1: Arquitetura de rede Móvel 4G (adaptado de [15])

Os elementos de rede e suas funcionalidades são:

- **Mobility Management Entity (MME):** É equivalente ao *Home Location Register* (HLR) e ao *Visitor Location Register* (VLR) na rede UMTS. O MME lida com a sinalização e controle, a gestão da mobilidade e a distribuição da paginação das mensagens para o eNodeB. Isto facilita a optimização das redes implementadas e permite flexibilidade total na ampliação da capacidade. Ainda faz a gestão do acesso do UE à rede através da interação com o *Home Subscriber Server* (HSS) de forma a autenticar os utilizadores. Fornece a função do plano de controle para permitir a mobilidade contínua entre o LTE e redes móveis 2G/3G e também suporta as intercepções legais de sinalização.
- **Home Subscriber Server (HSS) ou AAA (*Authentication, Authorization and Accounting*):** Abrange funcionalidades semelhantes às do HLR com informação específica do utilizador e podem ser extraídos CDRs (Radius/Diameter), conforme sinalizado na figura 1.
- **Serving-Gateway (S-GW):** Atua como o ponto de terminação entre a rede de acesso rádio (E-UTRAN) e a rede Core. Encaminha os pacotes de dados para o eNodeB e realiza a contabilização e o controle dos dados do utilizador.

Também serve de âncora de mobilidade local para os **handovers** entre eNodeBs ou para a passagem entre redes 3GPP e informa o tráfego do utilizador no caso de interceptação legal. Na SGW também podem ser extraídos CDR's, conforme sinalizado na figura 1.

- **Packet Data Network Gateway (P-GW):** Serve como ponto de entrada e de saída do tráfego de dados do equipamento do usuário e de interface entre as redes LTE e as redes de pacotes de dados tais como a Internet ou redes fixas e móveis baseadas em protocolo de iniciação da sessão (SIP) ou protocolo internet de subsistemas de multimédia (IMS). Também faz a gestão da atribuição de endereços IP e suporta a filtragem de pacotes para cada utilizador. Ainda oferece suporte à tarifação e serve de âncora para a mobilidade entre redes 3GPP e redes não 3GPP, além da geração de CDR's, conforme figura 1.
- **Policy and Charging Rules Function (PCRF):** Dá permissão ou rejeita pedidos de multimídia. Cria e faz a atualização do contexto do protocolo de pacotes de dados (PDP) e controla a atribuição de recursos. Também fornece as regras de tarifação com base no fluxo de serviços de dados para o P-GW.

2. Campos CDR Diameter LTE para Avaliação da Qualidade

2.1 Identificação de usuário

O diagrama em blocos abaixo (figura 2) ilustra os campos mínimos necessários para montagem de qualquer solução LTE via CDR-Diameter.

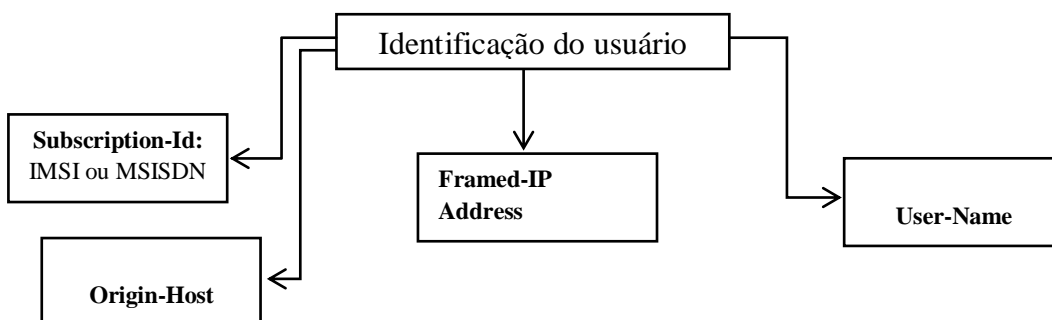


Figura 2: Requisitos mínimos para identificação do usuário na rede LTE

Os campos CDR apresentados na figura 2 possibilitam identificar o usuário na rede, seu endereço IP, IMSI ou MSISDN. Esses campos mapeiam o usuário na rede LTE. Os campos CDR são definidos abaixo:

- **User-Name:** representa o nome do usuário na rede LTE em um formato NAI (Network Access Identifier), conforme exemplo: fulano@beltrano.com.br.
- **Subscription-Id:** identifica o IMSI (International Mobile Subscriber Identity) ou o MSISDN (Mobile Service ISDN Number) do usuário na rede LTE. Exemplo 55 61 84471390;
- **Framed-IP-Address:** Contém o endereço IP do utilizador na rede 4G/3G, quando o PDP é IPv4.
- **Origin-Host** : Representa nome do host do nó que originou a solicitação de serviço. O nome do host de origem é construído fixando o nome do host configurado com o nome do nó. Exemplo: gateway-service7-10-01.my.configuration.in.dia.server.com

Os campos apresentados acima são obrigatórios para avaliação correta da qualidade do serviço em relação à identificação do usuário na rede. O CDR pode ser extraído em três pontos, conforme é ilustrado na figura 1, no entanto, o presente tutorial apresenta a coleta via Diameter.

2.2 Identificação do usuário na rede

O diagrama em blocos abaixo (figura 3) ilustra os campos mínimos necessários para identificação da conexão via CDR-Diameter.

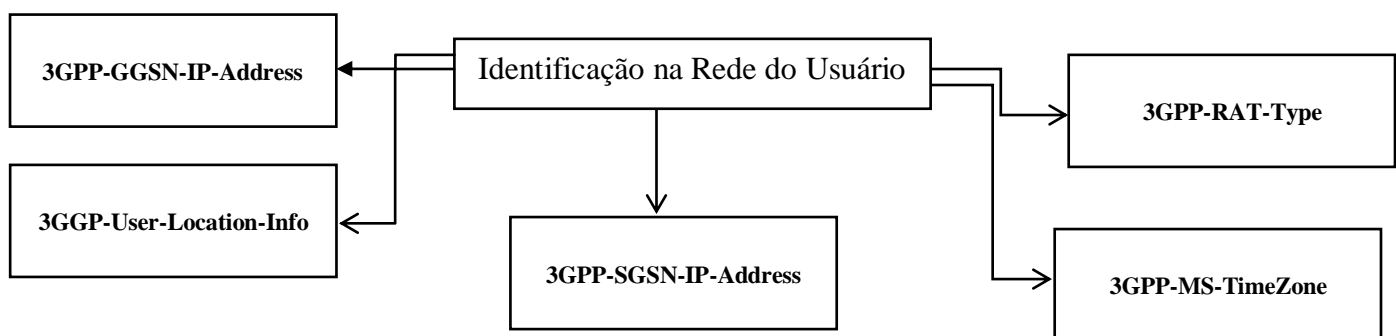


Figura 3: Requisitos mínimos para identificação do usuário na rede LTE

- **3GPP-User-Location-Info:** indica a área geográfica do usuário.
- **3GPP-GGSN-IP-Address** : indica o endereço IP da rede GGSN .
- **3GPP-SGSN-IP-Address** : indica o endereço IP da rede GGSN interface Gn.

- **3GPP-RAT-Type** : Define o método utilizado para acessar a rede. Os seguintes valores podem ser enviados: UTRAN (1), GERAN (2), WLAN (3), HSPA Evolution (5), E-UTRAN (6) quando for tecnologia 4G.
- **3GPP-MS-TimeZone**: Indica a diferença entre o tempo universal e hora em intervalos de 15 minutos de onde o equipamento móvel reside atualmente.

2.2 Identificação da conexão do usuário na rede

O diagrama em blocos abaixo (figura 4) ilustra os campos mínimos necessários para identificar a conexão e total de tráfego upload/download.

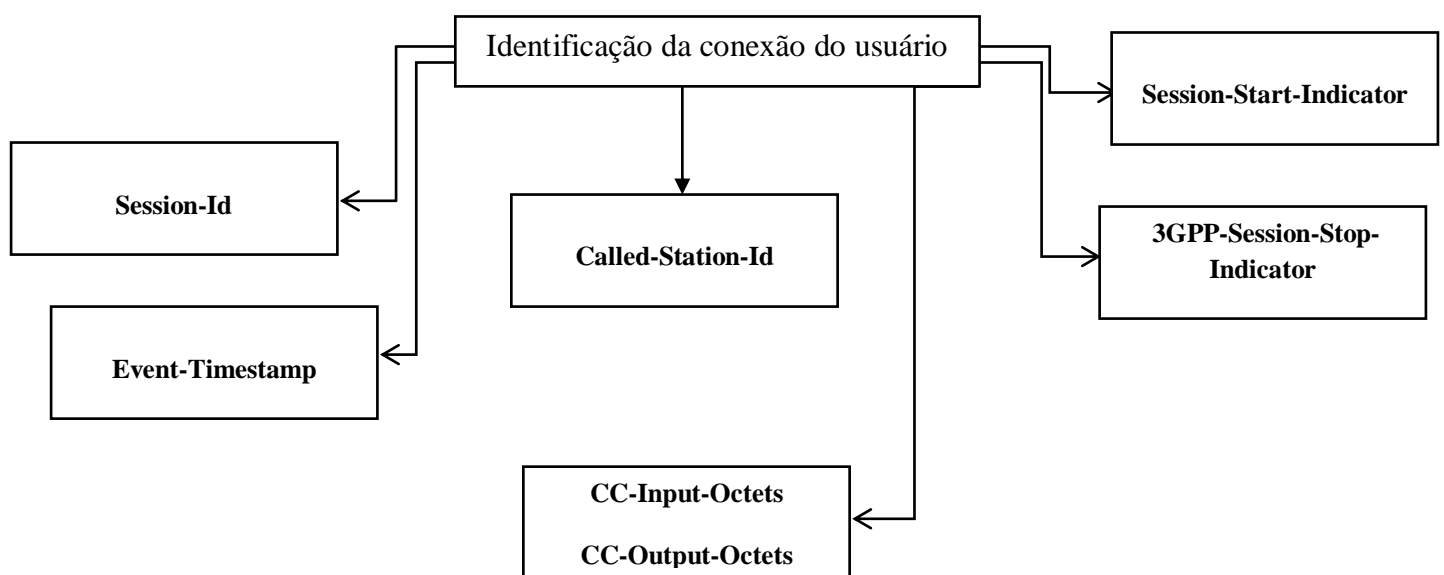


Figura 4: Identificação da conexão do usuário

- **Session-Id**: indica a sessão do usuário na rede: exemplo gatewayservice7-10-0.NG1.nokiasiemensnetworks.com;84734828.
- **Event-Timestamp**: indica a data e a hora de início da sessão.
- **CC-Input-Octets**: indica a taxa consumida no uplink em bytes da conexão.
- **CC-Output-Octets**: indica a taxa consumida no downlink em bytes da conexão.

- **Called-Station-Id:** Contém um identificador do ponto de acesso ao qual o usuário está conectado.
- **Session-Start-Indicator:** o usuário iniciou uma determinada conexão.
- **3GPP-Session-Stop-Indicator (3GPP/11VM) :** indica que sessão do usuário finalizou conforme 3GPP TS 29.061 .

Os campos listados na figura 4 identificam a conexão do usuário na rede e a quantidade de tráfego consumida, ou seja, é possível verificar para cada conexão a taxa consumida e o tempo que cada conexão durou. Essas informações podem ser extraídas via CDR Diameter, conforme apresentado na figura 1. Também é possível monitorar via CDR o motivo de encerramento de uma conexão, conforme ilustrado na figura 5.

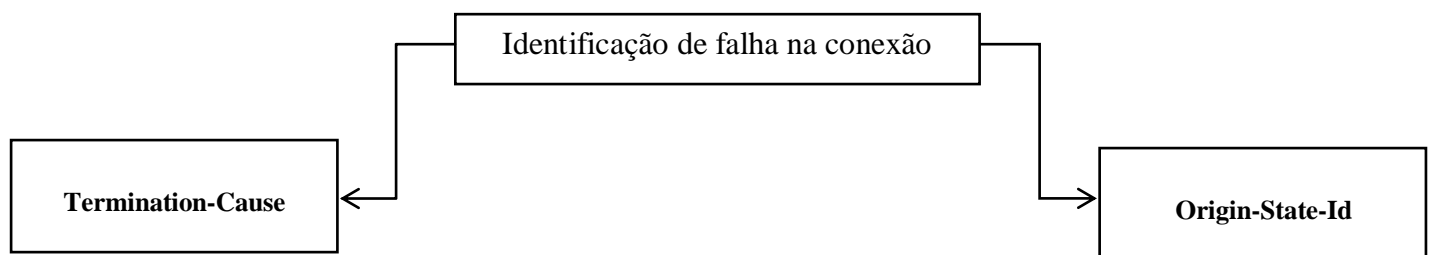


Figura 5: Identificação de falha na conexão do usuário

- **Termination-Cause:** que indica o motivo pelo qual a sessão foi encerrada. Este código de causa de terminação é usado quando Flexi NG satisfaz as seguintes condições:
 - ✓ **Código 1 (LOGOUT):** Ele é usado se o motivo para fechar a sessão não é nenhum dos motivos listados nos códigos 1,2,3,4,5 e 6.
 - ✓ **Código 2 (DIAMETER_SERVICE_NOT_PROVIDED) :** Este valor é utilizado quando o usuário desligada antes da recepção da mensagem de resposta de autorização.
 - ✓ **Código 3 (BAD_ANSWER):** Este código de terminação é usado sempre que um código ou atributo inesperado surge.
 - ✓ **Código 4 (ADMINISTRATIVE):** Esse código informa limite de crédito do usuário excedido (Código número 4012) ou que a conexão do usuário não foi autorizada na rede (Código número 5003).

- ✓ **Código 5 (DIAMETER_LINK_BROKEN):** O link de comunicação com usuário teve uma interrupção.
- ✓ **Código 6 (DIAMETER_AUTH_EXPIRED):** O acesso do usuário foi encerrado devido ao tempo de autenticação inspirado.
- **Origin-State-Id:** Infere o encerramento de sessão. É utilizado para permitir a rápida detecção de sessões terminadas (STR-Session terminate request), devido ao encerramento inesperado de um dispositivo de acesso.

Com os dados levantados até o momento, é possível, identificar o usuário, a conexão e suas características de banda consumida e as possíveis falhas. Porém, a análise somente desses campos não é suficiente para avaliar a qualidade do serviço e qualidade de experiência do usuário na rede. Nesse cenário, torna-se necessário avaliar outros campos que nos possibilite identificar de forma clara a qualidade da rede e do serviço.

3.0 Campos de QoS e Taxa negociada

A figura abaixo (figura 6) ilustra a solução velocidade e QoS que pode ser implementada na rede.

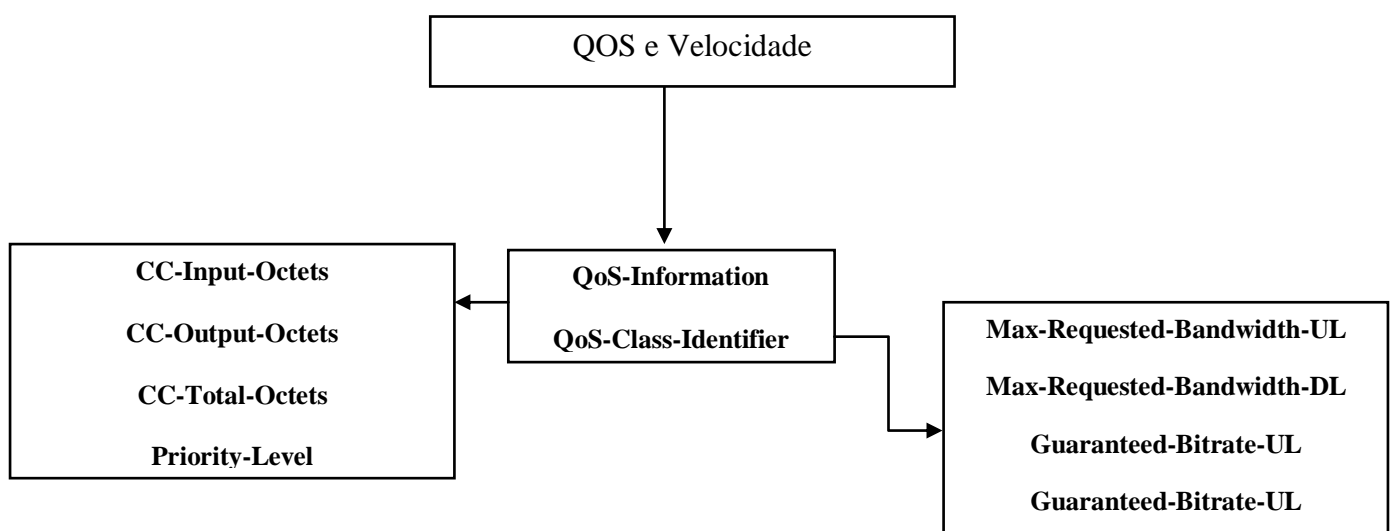


Figura 6: Campos que identificam a QoS

- **Qos-Information:** contém a informação de QoS aplicável para o usuário ao qual se refere a sessão Diameter.

- **QoS-Class-Identifier:** Identifica um conjunto de parâmetros específicos de QoS que definem a QoS autorizada, conforme 3GPP 32.299 [8] e 3GPP 29.212 [13].
QoS-Information ::= < AVP Header: 1016 >
[QoS-Class-Identifier]
[Max-Requested-Bandwidth-UL]
[Max-Requested-Bandwidth-DL]
[Guaranteed-Bitrate-UL]
[Guaranteed-Bitrate-DL]
- **Max-Requested-Bandwidth-UL:** Define a taxa de bits máxima permitida para a informação no uplink. , conforme 3GPP 29.214 [14].
- **Max-Requested- Bandwidth-DL:** Define a taxa de bits máxima permitida para a informação no downlink, conforme 3GPP 29.214 [14].
- **Guaranteed-Bitrate-UL :** Define a taxa de bits garantida permitida no uplink, conforme 3GPP 29.212 [13].
- **Guaranteed-Bitrate-DL:** Define a taxa de bits garantida no downlink, conforme 29.212 [13].
- **Priority- Level:** Indicador da prioridade de alocação e retenção do fluxo de dados de serviço. Para mais informações, conforme 3GPP 29.212.

Com a Identificação do usuário, identificação da conexão, QoS e velocidade, avaliar a qualidade do serviço e da rede torna-se uma realidade. Essa avaliação é fundamentada na análise dos campos e relatórios podem ser gerados no âmbito do usuário e da rede. A análise pelo CDR não onera os elementos de rede e possibilita uma avaliação fim-a-fim da arquitetura LTE.

3.1 Campos mapeados na arquitetura LTE

A figura 7 ilustra os campos de usuário extraídos via CDR Diameter. Essas informações possibilitam identificar o usuário, a conexão, o tipo de tecnologia, o endereço IP, a origem da conexão, quantidade de dados consumidos e informação da localização da célula por onde o usuário passou ou está.

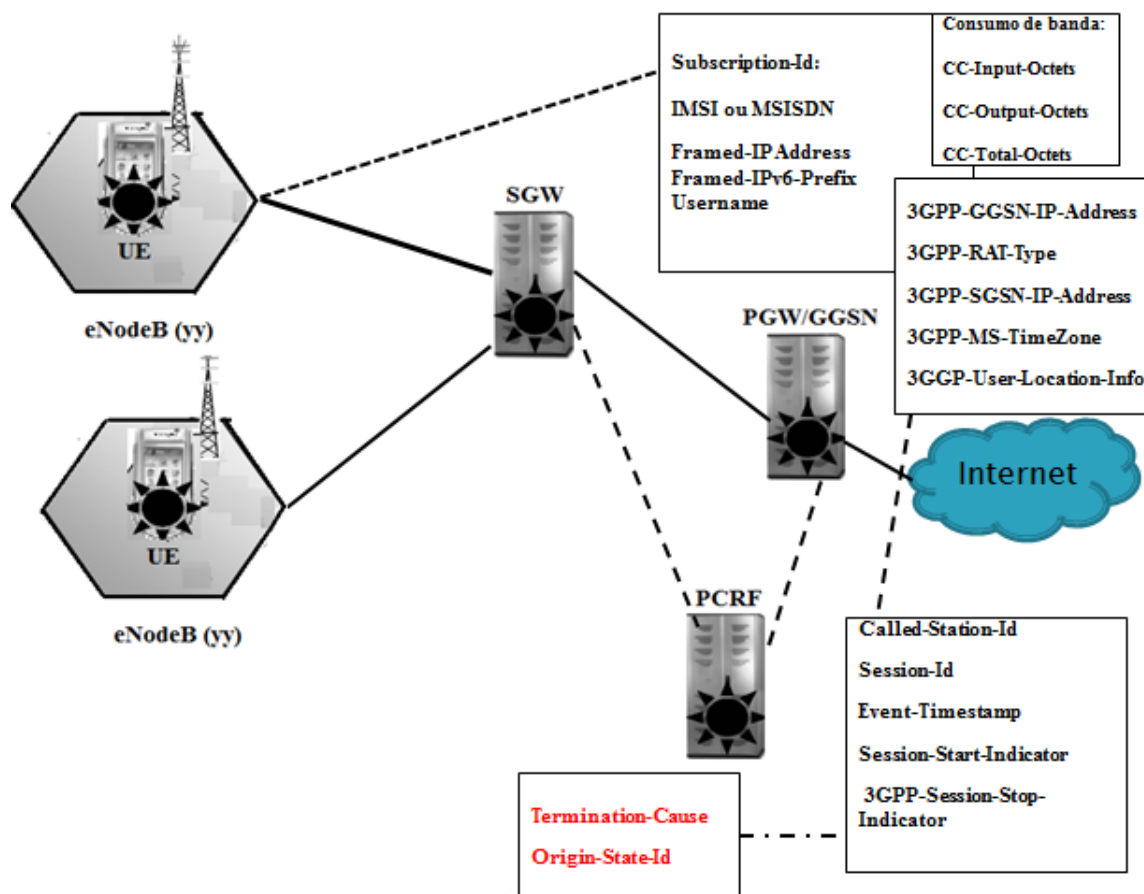


Figura 7: Campos que identificam o usuário e conexão

A figura 8 ilustra os campos de QoS extraídos via CDR Diameter. Essas informações possibilitam, juntamente com as informações de usuários e conexão, avaliar a qualidade do serviço e da rede.

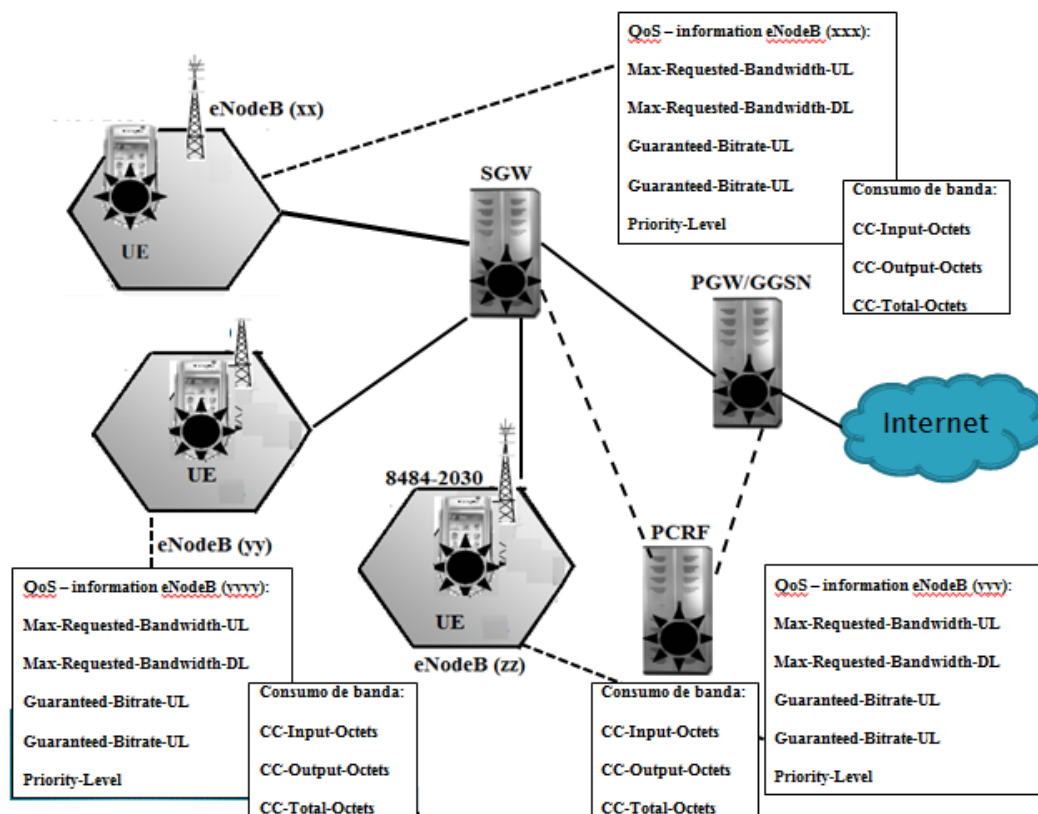


Figura 8: Campos que identificam a QoS do usuário

A coleta de CDR pode ser feita na SGW, PGW ou Diameter. Os campos apresentados nesse tutorial referem-se às coletas via Diameter. A ferramenta para tratativa de CDR não onera os elementos de rede e é capaz de avaliar a rede fim-a-fim. É importante destacar a plataforma CDRView (VISENT Tecnologia) que possibilita a avaliação da rede via CDR. Essa ferramenta fornece suporte diferenciado ao tratamento on-line e off-line de registros de uso de serviços (UDR – Usage Data Records), apoiando processos operacionais, analíticos e gerenciais. A ferramenta pode ser customizada em função da necessidade dos campos de CDR.

4. Considerações Finais

Este tutorial sugere uma implementação de um sistema centralizado para extração de parâmetros que podem indicar a qualidade do serviço banda larga 4G em um ambiente DIAMETER. Hoje já existem ferramentas na tratativa de bilhetes CDR de voz, como por exemplo, o **CDR-View**. Essa ferramenta (**CDR-View**) pode ser utilizada na tratativa e extração de parâmetros que podem indicar a qualidade da rede e do serviço banda larga 4G.

No entanto, é importante destacar que os atributos (DIAMETER) devem ser habilitados, tornando o bilhete mais rico em parâmetros de qualidade. O VSA (*Vendor-Specific Attribute*) quando utilizado pode enriquecer mais ainda o bilhete, possibilitando uma extração eficiente e rica em parâmetros de qualidade. Nesse contexto, a plataforma **CDR-View** irá gerar indicadores de qualidade de forma centralizada em 100% da rede do operador. A extração de parâmetros de qualidade por CDR é centralizada e não onera os elementos de rede.

Teste seu conhecimento

Dos elementos de rede LTE apresentados abaixo, qual deles podemos extrair um CDR?

☐ ENODEB

☐ HLR

☐ BTS

☒ **SGW**

Dos campos CDR Diameter apresentados abaixo, qual deles apresenta o motivo de queda de uma conexão na rede LTE?

☐ Subscription-Id

☐ 3GPP-User-Location-Info

☐ Session-Start-Indicator

☒ **Termination-Cause**

Dos campos CDR indicados abaixo, qual representa a taxa máxima de conexão em Downlink?

☐ CC-Output-Octets

☐ CC-Input-Octets

☒ **Max-Requested- Bandwidth-DL**

☐ Guaranteed-Bitrate-DL

Referências

[1] <http://tools.ietf.org/html/rfc3588>

[2] 3GPP TS 23.402, Architecture enhancements for non-3GPP accesses
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23402.htm>

[3] 3GPP TS 32.240, Telecommunication management; Charging management; Charging architecture and principles <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/32240.htm>

[4] 3GPP TS 32.299 v. 7.7.0 and v.8.8.0 (2007-09), Telecommunication management; Charging management; Diameter charging applications

[5] <http://www.3gpp.org/ftp/specs/html-info/32299.htm>

[6] IETF RFC 4006, Diameter Credit-Control Application
<http://tools.ietf.org/html/rfc4006>

[7] 3GPP TS 23.401, General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23401.htm>

[8] 3GPP TS 32.251, Telecommunication management; Charging management; Packet Switched (PS) domain charging <http://www.3gpp.org/ftp/specs/html-info/32251.htm>

[9] 3GPP TS 29.061 v.7.8.0 and v.8.4.0, Interworking between the Public Land Mobile Network (PLMN) supporting packet based services and Packet Data Networks (PDN) <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/29061.htm>

[10] 3GPP TS 32.215, Telecommunication management; Charging management; Charging data description for the Packet Switched (PS) domain
<http://www.3gpp.org/ftp/specs/html-info/32215.htm>

[11] IETF RFC 2865, Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2865.txt>

[12] IETF RFC 3162, RADIUS and IPv6 <http://tools.ietf.org/html/rfc3162>

[13] 3GPP TS 29.212, Policy and charging control over Gx reference point
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/29212.htm>

[14] 3GPP TS 29.214, Policy and charging control over Rx reference point
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/29214.htm>

[15] **H. Holma e A. Toskala.** *LTE for UMTS - OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access*. 2009. John Wiley & Sons, Ltd..